



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑩ **Offenlegungsschrift**  
**DE 196 38 421 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**F 16 H 61/40**

②1 Aktenzeichen: 196 38 421.4  
②2 Anmeldetag: 19. 9. 96  
④3 Offenlegungstag: 27. 3. 97

DE 196 38 421 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
20.09.95 US 531246

⑦1 Anmelder:  
Sauer Inc., Ames, Ia., US

⑦4 Vertreter:  
Andrae Flach Haug Kneissl Bauer Schneider, 81541  
München

⑦2 Erfinder:

Williams, Keith, Minnetonka, Minn., US; Jansen,  
Lynn, Blaine, Minn., US; Jennings, Lon A., Boone,  
Ia., US

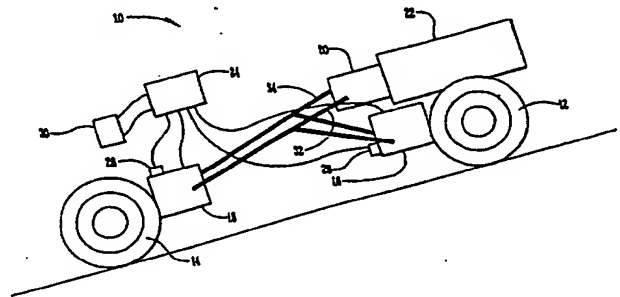
⑤6 Entgegenhaltungen:

DE 37 27 690 C2  
DE-Z.: O + P »Ölhydraulik und Pneumatik« 36 (1992),  
Nr.4, S.206-21;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Traktionssteuersystem und Verfahren für hydraulisch angetriebene Fahrzeuge

⑤7 Ein Traktionssteuersystem (10), das verwendet wird, um ein hydraulisch angetriebenes Fahrzeug mit einer vorderen und hinteren Antriebseinheit zu steuern, weist einen Hydraulikmotor (16, 18) mit veränderlicher Verdrängung auf, der an jede Antriebseinheit angeschlossen ist. Die Hydraulikmotoren (16, 18) sind parallel zu einer Pumpe (20) angeschlossen. Ein Steuersystem (24, 26, 28, 30) nimmt die Geschwindigkeit und die Richtung jedes Motors (16, 18) ebenso wie die Neigung der Bodenfläche wahr. Die Steuerung (24) verwendet diese Daten, um den vorderen und hinteren Hydraulikmotor (16, 18) zu steuern. Wenn die Steuerung (24) bestimmt, daß eine der Antriebsachsen Schlupf hat, wird er den Motor (16, 18) dieser Achse verstellen. Wenn jedoch das Fahrzeug abwärts fährt, wird die talseitige Antriebseinheit nicht verstellt.



DE 196 38 421 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 97 702 013/855

10/22.

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft hydraulisch angetriebene Fahrzeuge. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung Traktionsteuersysteme für hydraulisch angetriebene Fahrzeuge.

Typische bekannte hydraulisch angetriebene Fahrzeuge verwenden Strömungsteiler, um den Strom zwischen den Hydraulikmotoren aufzuteilen, die parallel durch dieselbe Hydraulikpumpe angetrieben werden. Diese Systeme benötigen einen konstanten Druckabfall über dem Strömungsteiler, um die passende Strömungsaufteilung zwischen den Motoren aufrecht zu erhalten. Das bedeutet einen Leistungsverlust während aller Antriebstätigkeiten des Fahrzeugs, was die Anforderung an den Motor und den Treibstoff erhöht. Auch kann der Strömungsteiler bei Bedingungen eines Radschlupfes an einem Motor einen sehr hohen Druckabfall mit dabei auftretender Wärmeerzeugung und Leistungsabnahme bewirken. Die Einstellung des Strömungsteilers, um die geeignete Strömungsaufteilung zwischen den Motoren zu erhalten, ist kritisch, um den niedrigst möglichen Druckabfall über dem Strömungsteilerventil aufrecht und alle Motoren mit annehmbaren (Geschwindigkeiten am kauen zu halten.

Bei hydraulisch angetriebenen Fahrzeugen, die getrennte Pumpen-Motorsysteme verwenden, um getrennte Achsen anzutreiben, müssen die Räder abgestimmt sein, um die Geschwindigkeiten an jedem Rad ohne Rücksicht auf das Antriebsverhältnis oder den Radabrollradius ungefähr gleich zu halten. Die Drücke in den getrennten Kreisen können unterschiedlich sein, was dazu führt, daß ein Rad oder mehrere Räder einen ausreichenden Anteil der Last nicht zur Verfügung stellen. Das verstärkt die Zugbeanspruchung, die durch die schnelleren Räder erforderlich ist, um die langsameren Räder auszugleichen. Ebenso gestattet dies nicht dem Rad, den Schlupf zu vergrößern, um die Traktion bei schlechten Bodenbedingungen zu vergrößern.

Bekannte Traktionsteuersysteme haben auch Nachteile bei Bedingungen starker Gefälle. Beim Abwärtsfahren eines starken Gefälles mit niedrigen Geschwindigkeiten kann die bergseitige Achse eine sehr geringe Geschwindigkeit haben, während die talseitige Achse eine größere Geschwindigkeit aufweist. Das kann als eine Schlupfbedingung angesehen werden, weil die talseitige Achse eine größere Geschwindigkeit als die bergseitige Achse hat. Eine Kompensation für diese Schlupfbedingung kann zu einer Traktionsverminderung an diesem Ende des Fahrzeugs führen. Das führt zu einer Geschwindigkeitszunahme der talseitigen Achse und deshalb des Fahrzeugs, das weiter einen Schlupfzustand anzeigen kann. Das Ergebnis ist ein unkontrolliertes Fahrzeug, das unter leichtem hydraulischen Bremsen abwärts fährt, das durch das hydraulische Antriebssystem bewirkt wird.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Traktionsteuersystems für hydraulisch angetriebene Fahrzeuge.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Traktionsteuersystems für hydraulisch angetriebene Fahrzeuge, das veränderliche Hydraulikmotoren verwendet, um die Traktion oder den Schlupf einzelner Räder, Achsen oder Spuren zu steuern.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Traktionsteuersystems für hydraulisch angetriebene Fahrzeuge, das Sensoren ver-

wendete um die Geschwindigkeit und die Richtung von jedem veränderlichen Motor wahrzunehmen.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Traktionsteuersystems für hydraulisch angetriebene Fahrzeuge mit einer Steuerung, die den Unterschied zwischen den Geschwindigkeiten von jedem Motor verwendet, um zu bestimmen, ob ein Schlupf auftritt.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Traktionsteuersystems für hydraulisch angetriebene Fahrzeuge, das eine Steuerung zur Steuerung der Verdrängung der verschiedenen Motoren verwendet, um die Traktion oder den Schlupf der einzelnen Räder, Achsen oder Spuren zu steuern.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Traktionsteuersystems für hydraulisch angetriebene Fahrzeuge, das einen Gefällesensor zur Wahrnehmung des Gefälles der Bodenfläche aufweist, über der sich das Fahrzeug befindet.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Traktionsteuersystems für hydraulisch angetriebene Fahrzeuge mit einer Steuerung, die die veränderlichen Motoren aufgrund der Geschwindigkeit der Motoren und des Gefälles der Bodenfläche steuert.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Traktionsteuersystems für hydraulisch angetriebene Fahrzeuge mit einem Gefällesensor, um die Steuerung es wissen zu lassen, wenn ein Motor nicht verstellt (engl. destroke) werden sollte, um ein maximales Bremsmoment bei steilen Gefällen zu schaffen.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Traktionsteuersystems für hydraulisch angetriebene Fahrzeuge mit einem Gefällesensor, um das ungewollte Verstellen eines talseitigen Motors beim Hinauffahren eines steilen Gefälles zu begrenzen, und um ungewolltes Verstellen eines talseitigen Motors beim Hinabfahren eines steilen Gefälles oder stationären Stehens an einem steilen Gefälle zu verhindern.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Traktionsteuersystems für hydraulisch angetriebene Fahrzeuge mit einem Richtungssensor, um die Funktion des Gefälle- bzw. Neigungssensors und der Motor-Verstell-Kurve zu verändern.

Sowohl diese, als auch weitere Aufgaben der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung und den Ansprüchen offenbar.

Das Traktionsteuersystem bzw. Traktionsregelsystem der vorliegenden Erfindung wird zur Steuerung eines hydraulisch angetriebenen Fahrzeugs verwendet. Das Steuersystem wird vorzugsweise bei einem Fahrzeug mit einer Vorder- und Hinterantriebseinheit verwendet, die Hydraulikmotoren veränderlicher Geschwindigkeit aufweisen, um jede Einheit anzutreiben. Die Hydraulikmotoren sind parallel an eine Pumpe angeschlossen. Die beiden Hydraulikmotoren werden jeweils durch Verdrängungssteuerventile gesteuert, die jeweils durch einen Mikrocontroller gesteuert werden. Ein Pulsabnehmer ist an jeden Hydraulikmotor angeschlossen, um die Geschwindigkeit und die Richtung des Hydraulikmotors wahrzunehmen. Ein das Gefälle wahrnehmender Schalter wird zur Bestimmung des Gefälles des Bodens verwendet, über den das Fahrzeug fährt. Die Steuerventile, die Pulsabnehmer und der Gefällesensor sind alle an den Mikrocontroller angeschlossen. Die Steuerung steuert die Hydraulikmotoren auf der Basis der wahrge-

nommenen Geschwindigkeiten, Richtungen und des wahrgenommenen Gefälles.

Im folgenden wird die Erfindung beispielhaft anhand der beiliegenden Zeichnungen erläutert.

Fig. 1 zeigt ein Schema, das den Aufbau eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung darstellt, wenn die auf ein zweiachsiges Fahrzeug angewendet wird.

Fig. 2 zeigt ein Hydraulikschema des in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiels.

Fig. 3 zeigt die Motorverdrängungen unter den drei verschiedenen Bedingungen, in denen das Fahrzeug und die Motoren sein können.

Fig. 4 zeigt ein Schaubild, das die Beziehung von Driftbereich (engl. droop), Verstärkung, Grenzwert, Stromstärke und maximaler Stromstärke zu dem Schlupfprozentssatz darstellt.

Die vorliegende Erfindung wird beschrieben, wie sie für ihr bevorzugtes Ausführungsbeispiel verwendet wird. Es ist nicht beabsichtigt, daß die vorliegende Erfindung auf das beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt ist. Es ist beabsichtigt, daß die Erfindung alle Alternativen, Veränderungen und Äquivalente abdeckt, die in dem Erfindungsgedanken und dem Schutzbereich der Erfindung enthalten sein können.

Fig. 1 zeigt ein Schema, das ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Traktionssteuersystems der vorliegenden Erfindung darstellt. Das Traktionssteuersystem 10 wird für hydraulisch angetriebene Fahrzeuge verwendet. Die Fahrzeuge können mit einem Hydraulikmotor an jeder Achse oder an jedem einzelnen Rad angetrieben sein. Für die Zwecke dieser Beschreibung wird angenommen, daß der Begriff Rad auch andere Vorrichtungen wie zum Beispiel Spuren, Raupen usw. umfaßt.

Fig. 1 zeigt ein Fahrzeug mit zwei Achsen entsprechend dem Vorderrad 12 und dem Hinterrad 14. Zwei elektrisch gesteuerte veränderliche Motoren 16 und 18 treiben die Vorder- und Hinterräder 12 bzw. 14 an. Jeder Motor 16 und 18 ist hydraulisch durch die Pumpe 20 angetrieben, die durch das Antriebsaggregat 22 angetrieben wird. Der vordere und der hintere Motor 16 und 18 sind an einen Mikrocontroller 24 angeschlossen. Pulsabnehmer 26 und 28 sind ebenfalls mit der Steuerung 24 verbunden und an jeden Motor zur Wahrnehmung der Geschwindigkeit und der Richtung jedes Motors angeschlossen. Die Steuerung 24 hat die Fähigkeit, die Pulsabnehmer 26 und 28 zur Messung der Geschwindigkeiten der Motoren 16 und 18 zu verwenden, ihre relativen Geschwindigkeiten zu vergleichen und ein Steuersignal auszugeben, um die Verdrängung der veränderlichen Motoren 16 und 18 zu steuern. Das System 10 weist auch den Gefällesensor oder Aufwärts-/Abwärts-Schalter 30 auf, um die Steuerung zu informieren, wenn die Neigung des Fahrzeugs über einem bestimmten Wert liegt, und welches Ende des Fahrzeugs bei einem derartigen Gefälle oben ist.

Fig. 2 zeigt ein hydraulisches Schema des in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiels. Fig. 2 enthält die Hydraulikpumpe 20 mit den Hydraulikleitungen 32 und 34, die den vorderen und hinteren Motor 16 und 18 parallel anschließen. Fig. 2 zeigt auch Pulsabnehmer 26 und 28, die Steuerung 24 und den Aufwärts-/Abwärts-Schalter 30, wie oben erläutert. Fig. 2 zeigt auch elektrohydraulische Verdrängungssteuerventile 36 und 38 ebenso wie die Batterie 40, die der Steuerung 24 Leistung zur Verfügung stellt. Die Ventile 36 und 38 steuern die Verdrängung der Motoren 16 und 18 aufgrund von Steuersignalen von der Steuerung 24.

Die Pulsabnehmer 26 und 28 nehmen auch die Drehrichtung der Motoren 16 und 18 wahr und senden über einen digitalen Anschluß an der Steuerung 24 ein Signal zu der Steuerung 24. Diese Information wird durch die Steuerung 24 zusammen mit dem Ausgang des Aufwärts-/Abwärts-Schalters 30 verwendet, um das Verstellen (destroking), d. h. die Verminderung der Verdrängung, des talseitigen Motors zu gestatten, wenn das Fahrzeug ein steiles Gefälle aufwärts fährt, aber nicht, wenn es ein steiles Gefälle abwärts fährt. Das schafft die maximale Bremsstraktion, wenn man einen Hügel entweder vorwärts oder rückwärts abwärts fährt, obwohl weiterhin Traktionsteuerung möglich ist, wenn man einen Hügel entweder vorwärts oder rückwärts aufwärts fährt. Wenn man einen Hügel hinauffährt, ist es möglich, einen Zustand zu haben, daß der talseitige Motor Schlupf hat, und der bergseitige Motor keinen Schlupf hat. Der Regler 24 kann die Verstell-Kurve des weiteren durch Ändern der Verstärkung und der Drift-Unempfindlichkeit verändern, um den talseitigen Motor als eine Funktion des Prozentsatzes des Radschlupfes zu verstellen. Fig. 3 zeigt die gewünschten Motorverdrängungen bei den drei verschiedenen Bedingungen, unter denen das Fahrzeug und die Motoren sein können.

Die Steuerung 24 nimmt Signale von den Pulsabnehmern 26 und 28 auf, die die Drehzahlen der Motoren 16 und 18 angeben. Zusammen mit dem bekannten Antriebsverhältnis des Fahrzeugs und dem Fahrradius von jedem Rad 12 und 14 verwendet die Steuerung 24 die Drehzahl der Motoren und berechnet die sich ergebende Lineargeschwindigkeit bei dem Kontaktpunkt zwischen den Rädern 12 und 14 und dem Boden. Der Radschlupf wird aufgrund des Unterschieds zwischen der berechneten Linearbodengeschwindigkeiten der Motoren 16 und 18 berechnet. Es wird angenommen, daß der Motor, der das Rad mit der größeren berechneten Bodengeschwindigkeit dreht (nicht notwendigerweise die größte Winkelmotorgeschwindigkeit infolge von Differenzen im letztendlichen Antriebsverhältnis und den Radradien), Schlupf hat, und er wird über die Steuerventile 36 und 38 verstellt. Der Motor wird um eine Größe verstellt, die versucht, dicht bei der gleichen Strömungsaufspaltung zwischen den Motoren vor dem wahrgenommenen Schlupfzustand des Rades zu bleiben. Die Verdrängung des niedrigen Motors vermindert die Zugleistung an dem entsprechenden Rad bis zu einem Punkt, an dem das Ausgangsmoment der Zugleistung entspricht, die erforderlich ist, um die Geschwindigkeit des schlupfenden Rades in Kontakt mit dem Boden zu halten. Der Druck in dem Hydrauliksystem wird anwachsen, was zu einer vergrößerten Zugleistung an dem nicht rutschenden Motor infolge eines vergrößerten Hydraulikmoments führt.

Während des Bremsens bei niedrigen Geschwindigkeiten, wenn man ein steiles Gefälle abwärts fährt, kann der bergseitige Motor Schlupf haben und langsamer als der talseitige Motor drehen. Als Folge würde das Steuersystem meinen, daß der talseitige Motor Schlupf habe, weil er sich schneller als der bergseitige Motor drehen würde. Die Steuerung 24 würde dann den talseitigen Motor verstellen, wobei das hydraulische Bremsen des hydraulischen Antriebssystems vermindert werden würde. Als Folge würde das Fahrzeug beschleunigen und schneller und schneller bergab fahren, so wie der errechnete Schlupf wächst, und die Steuerung den talseitigen Motor bis zu seiner minimalen Verdrängungsstellung verstellt. Um dieses Problem zu lösen, verwendet die vorliegende Erfindung einen Aufwärts-/Abwärts-

Schalter 30, um das Gefälle der Bodenfläche wahrzunehmen. Wenn der vorher beschriebene Zustand auftritt, und der Aufwärts-/Abwärts-Schalter 30 anzeigt, daß das Fahrzeug abwärts fährt, wird die Steuerung 24 nicht den talseitigen Motor verstellen.

Wie in Fig. 2 gezeigt ist, weist der Aufwärts-/Abwärts-Schalter 30 einen Magnet 42 auf, der an dem Ende eines Pendels um einen Drehpunkt 44 mit zwei Hall-Effekt Sonden-Schaltern 46 und 48 befestigt ist, die um den Wegradius des Magneten an den Winkeln befestigt sind, an dem die Schalter aktiv sein sollen. Die Schalter 46 und 48 sind so geschaltet, daß beide Schalter offen sind, wenn das Fahrzeug auf ebenem Boden steht. Wenn das Fahrzeug auf einer Steigung mit mehr als 7° ansteigendem Gefälle steht, wird der Aufwärts-Schalter 48 durch den Magnet geschlossen, der sich über den Schalter bewegt. Dadurch sinkt die Spannung an der Steuerung an der Aufwärts-Digitaleingangsleitung. Wenn das Gefälle sich vermindert, bewegt sich der Magnet 42 von dem Schalter weg, wobei sich der Schalter wieder öffnet, und somit wächst die Spannung in der Aufwärts-Digitaleitung. Wenn das Fahrzeug auf einer Steigung steht, deren abschüssiges Gefälle 7° übersteigt, wird der Abwärts-Schalter 46 durch den Magnet 42 geschlossen, der sich über den Schalter bewegt. Die Spannung an der Abwärts-Digitaleingangsleitung sinkt dann. Die Steuerung 24 verwendet somit die Signale von dem Aufwärts-/Abwärts-Schalter 30 als Indikatoren, ob der talseitige Motor nicht zu verstellen ist. Mechanische Anschläge hindern den Magnet 42 daran, fortzufahren, sich weg von dem Schalter zu bewegen, wenn man auf steilere Gefälle trifft, wodurch verhindert wird, daß sich der Schalter wieder öffnet.

Die Steuerung 24 muß programmiert sein, um das Antriebsverhältnis zwischen dem Motor und dem Rad und dem Fahrradius des Rades, das durch den Motor angetrieben ist, zu kennen. Diese Information wird verwendet, um die Lineargeschwindigkeit des Bodens, der das Antriebsrad berührt, aus der Winkelgeschwindigkeit des Motors zu berechnen, die durch die Pulsabnehmer 28 und 38 wahrgenommen wird. Die Steuerung 24 kann dann den Radschlupf als einen Prozentsatz der Differenz in den zwei berechneten Lineargeschwindigkeiten (für das Vorder- und das Hinterrad) geteilt durch die schnellere berechnete Lineargeschwindigkeit berechnen.

Zwei weitere Informationsteile sind für die Steuerung 24 erforderlich, um die verschiedenen Motoren ordnungsgemäß zu steuern. Das sind der Grenzstrom, an dem die Motorsteuerung beginnt, den Motor zu verstellen, und der Maximalstrom zur elektronischen Verdrängungssteuerung (EDC), an dem der veränderliche Motor die mechanische Grenze (siehe Fig. 4) zum Verstellen erreicht. Diese Parameter variieren von Motor zu Motor. Wie vorher erläutert wurde, wird der Radschlupfprozentsatz verwendet, um zu bestimmen, wie stark ein Verstellen des Motors zu fordern ist. Typischerweise ist die Beziehung zwischen der Motorverdrängung und dem Steuerstrom nicht linear.

Deshalb benötigt die Steuerung 24 eine nicht lineare Kurve, um eine zufriedenstellende Steuerung des Traktionsausgangs durch den Motor zu gewährleisten. Um den Grenzstrom, den maximalen Strom und die Kurve zwischen dem EDC-Strom und der Motorverdrängung zu bestimmen, wird die Steuerung 24 geeicht. Um die Steuerung 24 zu eichen, muß ein Motor zu einer Zeit, wenn der Motor geeicht wird, das entsprechende Antriebsrad frei vom Grund haben, und die anderen Räder

blockiert sein, um jede Bewegung zu verhindern. Die Pumpe 20 wird schwach getaktet, so daß sich der Motor bei ungefähr 900 bis 1000 U/min dreht. Indem man die Pumpsteuerung alleine läßt wird der Vorgang zur Eichung der Steuerung gestartet, und der Motorstrom

EDC wird langsam mit 1 mA/s von 0 auf 120 mA erhöht und dann auf 0 mit der gleichen Rate gesenkt. Die Steuerung 24 nimmt den Zuwachs und die Abnahme der Geschwindigkeit auf, wenn die Stromstärke erhöht und vermindert wird. Die Geschwindigkeitsänderung ist direkt umgekehrt proportional zu der Änderung der Verdrängung. Beim internen Aufnehmen der Kurven kann der Grenzwert, der Maximalstrom und die Kurvengestalt in die Steuerung 24 programmiert werden. Die Kurvengestalt ist im großen und ganzen die gleiche für Motoren der gleichen Art, während sich der Grenzstrom und der Maximalstrom von Motor zu Motor ändert.

Für jeden Motor wurde die Beziehung zwischen dem Radschlupfprozentsatz und der Motorverdrängung durch den oben beschriebenen Eichvorgang bestimmt. Ein Driftbereich im Radschlupf wird als der Bereich eines kleinen Radschlupfprozentsatzes bestimmt, wo die Motorverdrängung auf Maximum gelassen wird (Fig. 3 und 4). Die Verstärkung ist definiert als die Größe des Radschlupfprozentsatzes, über den der Motor von maximaler zu minimaler Verdrängung verstellt wird (Fig. 3 und 4). Ein Driftbereich von 5% reicht aus, um unnötiges Verstellen von Motoren infolge von Bodenbedingungen und leichten Änderungen der Messungen der Motorgeschwindigkeit auf flachem ebenen harten Grund zu begrenzen, wo Schlupf typischerweise nicht auftritt. Eine Verstärkung von 50% schafft die beste Traktionsteuerung. Der beste Verstärkungswert wird durch die Tatsache bestimmt, daß kleinere Verstärkungen bewirken, daß das Fahrzeug beschleunigt, weil mehr Strom als erforderlich zu dem nicht schlupfenden Motor kommt, weil der schlupfende Motor zu sehr verstellt wird. Ebenso ist die Einstellungsfähigkeit der Maschine niedriger infolge des höheren Drucks, der in dem Hydraulikkreis kleinere als die notwendigen Verdrängungen bewirkt. Größere Verstärkungswerte sind weniger stabil, was zu einer Stop-and-Go-Aktion des Rades führt. Schnellere Radschlupfgeschwindigkeiten vermindern ebenfalls die Einstellbarkeit der Maschine. Fig. 4 zeigt graphisch die Beziehung von Driftbereich, Verstärkung, Grenzstrom und Maximalstrom über dem Schlupfprozentsatz.

Das bevorzugte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wurde in den Zeichnungen und der speziellen Beschreibung dargelegt, und obwohl spezielle Begriffe verwendet wurden, wurden diese nur in einem allgemeinen oder beschreibenden Sinn und nicht zum Zweck der Beschränkung verwendet. Änderungen bei der Form und der Proportion der Teile ebenso wie der Ersatz durch Äquivalente werden beabsichtigt, wenn Umstände darauf hinweisen können oder diese sich zweckdienlich erweisen, ohne von dem Erfindungsgedanken oder dem Schutzbereich der Erfindung abzuweichen, wie er weiter in den folgenden Ansprüchen bestimmt ist.

Die Erfindung betrifft somit ein Traktionssteuersystem 10, das verwendet wird, um ein hydraulisch angetriebenes Fahrzeug mit einer vorderen und hinteren Antriebseinheit zu steuern, die einen Hydraulikmotor 16, 18 mit veränderlicher Verdrängung aufweist, der an jede Antriebseinheit angeschlossen ist. Die Hydraulikmotoren 16, 18 sind parallel an eine Pumpe 20 angeschlos-

sen. Ein Steuersystem 24, 26, 28, 30 nimmt die Geschwindigkeit und die Richtung jedes Motors 16, 18 ebenso wie die Neigung der Bodenfläche wahr. Die Steuerung 24 verwendet diese Daten, um den vorderen und hinteren Hydraulikmotor 16, 18 zu steuern. Wenn die Steuerung 24 bestimmt, daß eine der Antriebsachsen Schlupf hat, wird er den Motor 16, 18 dieser Achse verstellen. Wenn jedoch das Fahrzeug abwärts fährt, wird die talseitige Antriebseinheit nicht verstellt.

#### Patentansprüche

1. Traktionsteuersystem für ein hydraulisch angetriebenes Fahrzeug, das eine vordere und eine hintere Antriebseinheit aufweist, mit einem Hydraulikmotor veränderlicher Geschwindigkeit, der an die vordere und/oder die hintere Antriebseinheit angeschlossen ist; **gekennzeichnet durch einen Pulsabnehmer, der an jede Antriebseinheit angeschlossen ist, um die Geschwindigkeit und die Richtung der Antriebseinheit wahrzunehmen; einen Gefällesensor, um das Gefälle einer Bodenfläche wahrzunehmen; und eine Steuerung, die elektrisch an jeden Hydraulikmotor mit veränderlicher Geschwindigkeit, jeden Pulsabnehmer und den Gefällesensor angeschlossen ist, wobei die Steuerung die Motoren infolge der wahrgenommenen Geschwindigkeiten, der wahrgenommenen Richtungen und des wahrgenommenen Gefälles steuert.**
2. Traktionsteuersystem nach Anspruch 1, wobei die Steuerung die Pulsabnehmer verwendet, um die Geschwindigkeiten jeder Antriebseinheit zu vergleichen, um zu bestimmen, ob eine der Antriebseinheiten einen Schlupf aufweist.
3. Traktionsteuersystem nach Anspruch 2, wobei die Steuerung den Motor, der die Schlupf aufweisende Antriebseinheit antreibt, verstellt.
4. Traktionsteuersystem nach Anspruch 3, wobei die Steuerung den Motor, der die Schlupf aufweisende Antriebseinheit antreibt, verstellt, wenn das Fahrzeug nicht abwärts fährt, und wenn die Schlupf aufweisende Antriebseinheit die talseitige Antriebseinheit ist.
5. Traktionsteuersystem nach Anspruch 1, wobei die Steuerung die Lineargeschwindigkeit jeder Antriebseinheit aufgrund der wahrgenommenen Geschwindigkeit jeder Antriebseinheit bestimmt, und wobei die Steuerung die Motoren aufgrund der Lineargeschwindigkeiten, der wahrgenommenen Richtungen und des wahrgenommenen Gefälles steuert.
6. Verfahren zum Steuern eines hydraulisch angetriebenen Fahrzeugs mit einer Vielzahl von Antriebsteilen mit folgenden Schritten: Zur Verfügung Stellen einer Vielzahl von Motoren mit veränderlicher Geschwindigkeit, wobei jeder mindestens ein Antriebsteil antreibt; **gekennzeichnet durch Wahrnehmen der Geschwindigkeit und der Richtung jedes Motors; Wahrnehmen des Gefälles einer Bodenfläche; und Steuern der Motoren mit veränderlicher Geschwindigkeit aufgrund der wahrgenommenen Geschwindigkeit, Richtung und des wahrgenommenen Gefälles.**
7. Verfahren nach Anspruch 6 mit folgenden weiteren Schritten: Vergleichen der Geschwindigkeiten jedes Motors; Bestimmen, ob die Geschwindigkeit eines Motors größer als die Geschwindigkeit eines anderen Motors ist, um zu bestimmen, ob ein Teil

der Antriebsteile Schlupf aufweist; und Verstellen des Motors, der das Schlupf aufweisende Antriebsteil antreibt.

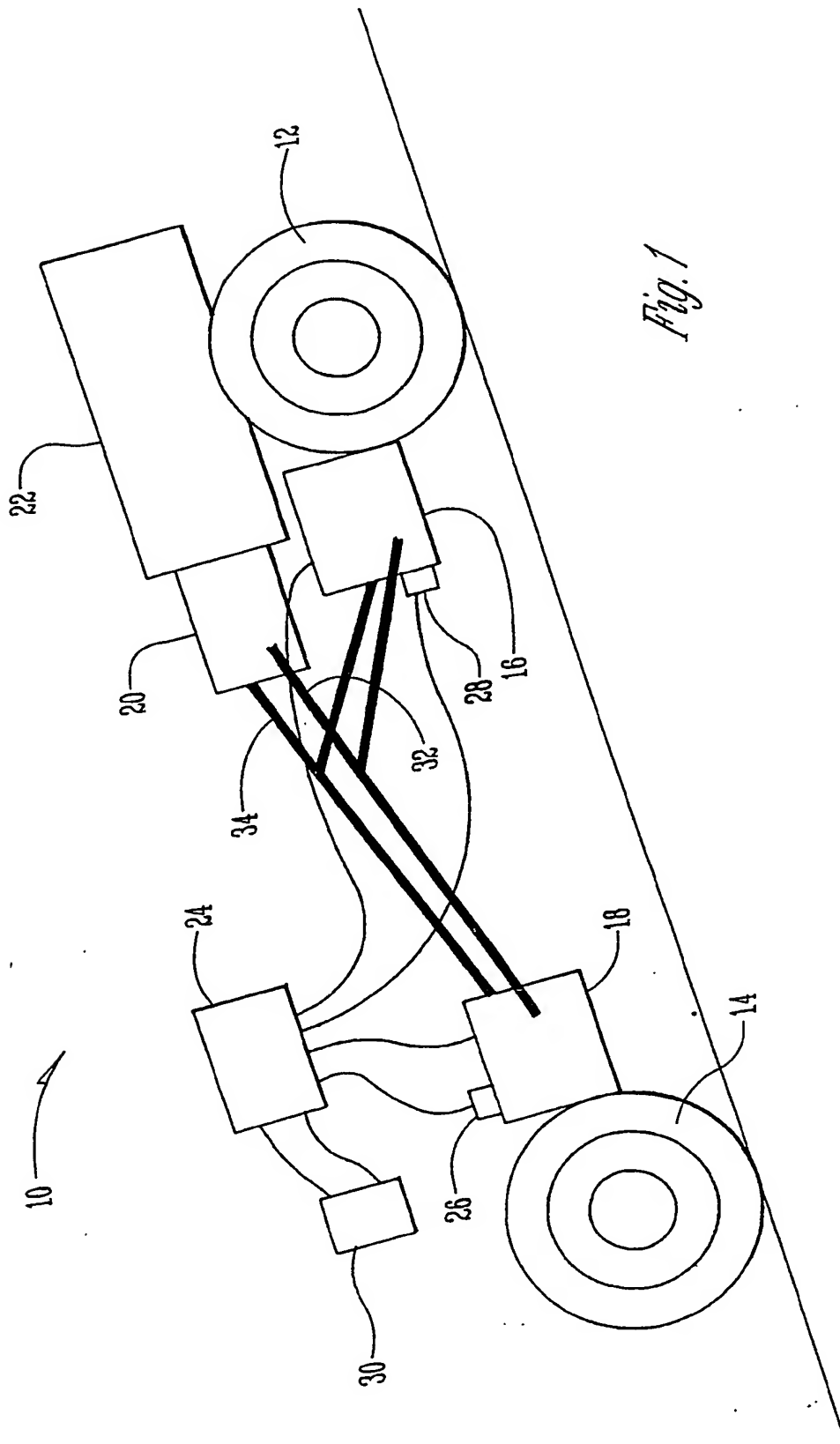
8. Verfahren nach Anspruch 7 mit folgenden weiteren Schritten: Bestimmen, ob das Fahrzeug abwärts fährt; Verstellen des Motors, der das Schlupf aufweisende Antriebsteil antreibt, wenn das Fahrzeug nicht abwärts fährt, und wenn das talseitige Antriebsteil das Schlupf aufweisende Antriebsteil ist.

9. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Geschwindigkeit und die Richtung jedes Motors unter Verwendung eines Pulsabnehmers wahrgenommen wird.

10. Verfahren zum Steuern eines hydraulisch angetriebenen Fahrzeugs, das einen vorderen und hinteren Motor veränderlicher Geschwindigkeit aufweist, wobei jeder an ein Antriebsteil angeschlossen ist, **gekennzeichnet durch folgende Schritte: Bestimmen der Geschwindigkeit und der Richtung von jedem Motor veränderlicher Geschwindigkeit; Bestimmen, ob das Fahrzeug aufwärts oder abwärts fährt; Vergleichen der Geschwindigkeit jedes Motors, um zu bestimmen, ob ein Motor der Motoren Schlupf hat; und Verstellen des Schlupf aufweisenden Motors, es sei denn, das Fahrzeug fährt abwärts und der Schlupf aufweisende Motor ist der talseitige Motor.**

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



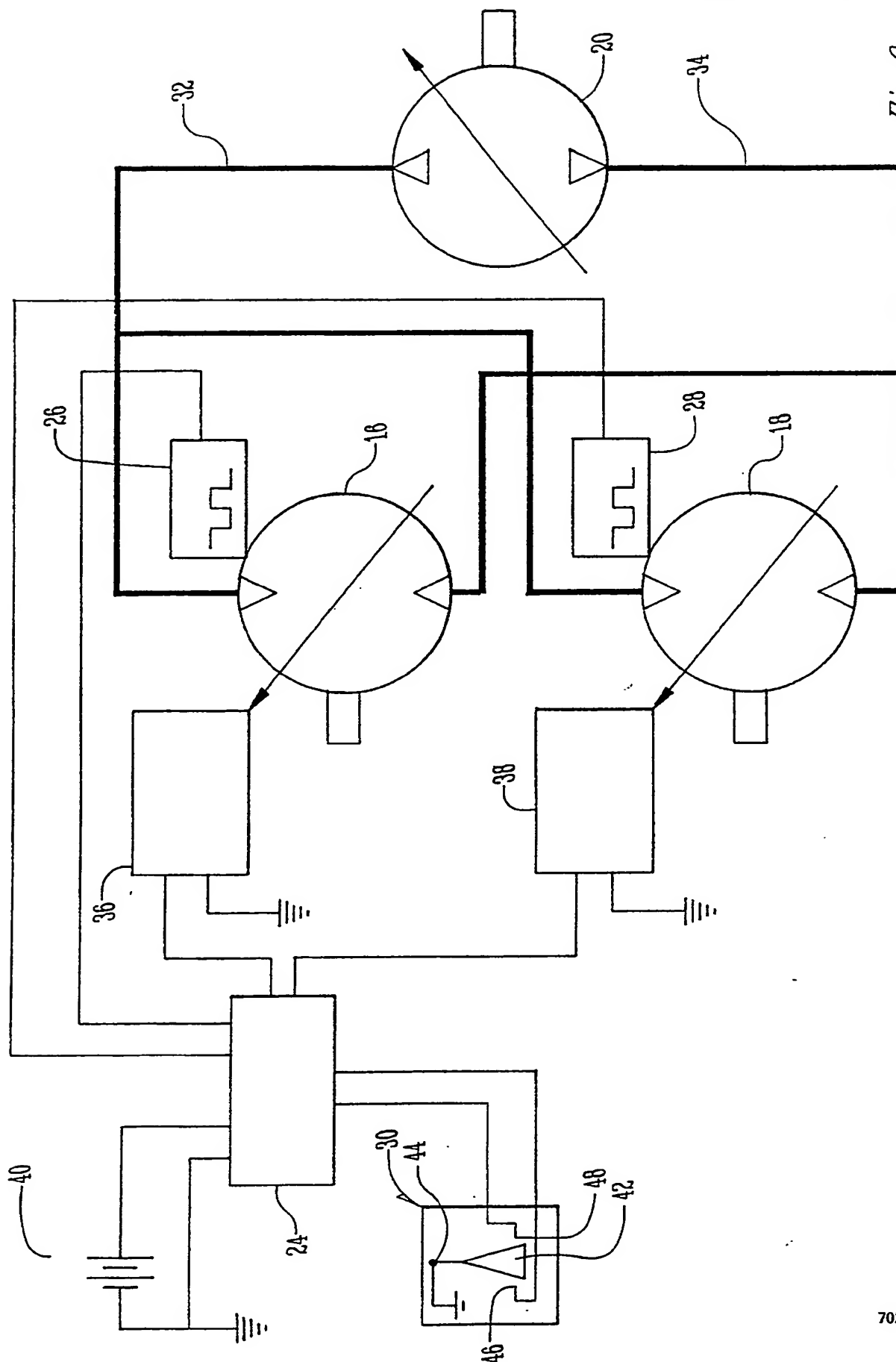


Fig. 2



Fig. 3

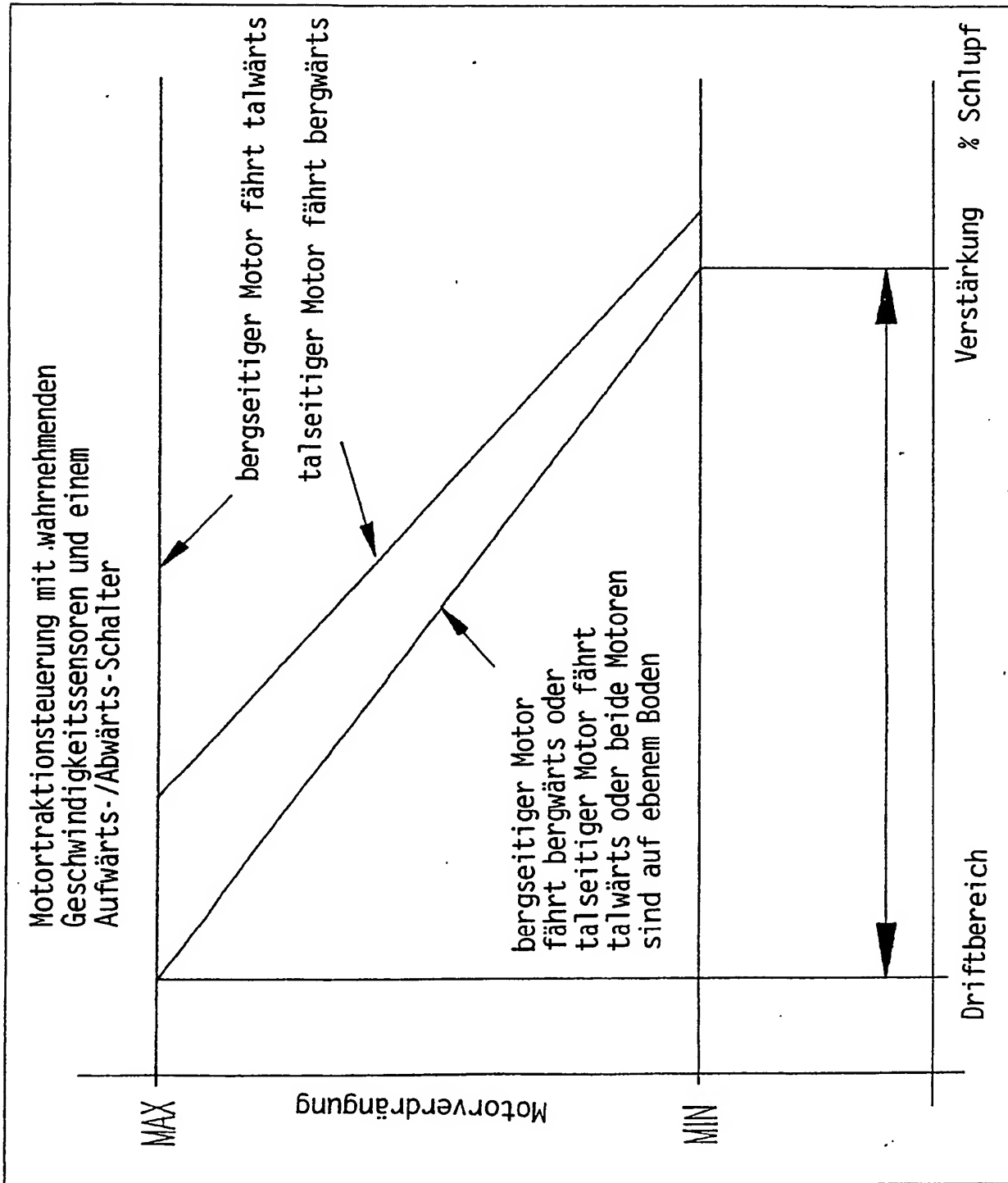


Fig. 4

